

IoT環境センサを活用した街の微気象の推定手法に関する研究

著者	林 賢志
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	89
号	1
ページ	330-331
発行年	2020-08-31
URL	http://hdl.handle.net/10097/00129132

修士学位論文要約（令和2年3月）

IoT 環境センサを活用した街の微気象の推定手法に関する研究

林 賢志

指導教員：菅沼 拓夫， 学位論文指導教員：阿部 亨

A Study on Estimation Method of Urban Microclimate
using IoT Environment Sensor

Satoshi HAYASHI

Supervisor: Takuo SUGANUMA, Research Advisor: Toru ABE

Environmental information such as temperature and humidity collected by IoT sensors is expected to be used in area management for safe and convenient town development. "Microclimate" is useful information for area management, which are weather conditions of about 1.5m above the ground and closely linked with citizens' lives. However, general IoT environment sensors are installed in several predetermined locations, consequently it is difficult to observe the microclimate of the entire area in detail. In order to solve this problem, this research uses mobile environment sensors in addition to fixed environment sensors, and effectively integrates surrounding environment information that affects the microclimate. This paper describes a method for estimating the microclimate of an entire area, including locations where fixed environment sensors are not installed.

1. 序論

街の様々な場所のデータを収集・蓄積・分析し、安心で便利なまちづくりを目指すエリアマネジメントにおいて、地表面から地上 1.5 m 程度の気象状況である「微気象」が注目されており、その詳細な把握による街の安全管理、都市計画への活用が期待されている。現在、一般的に配置されている環境センサの多くは固定的に設置されており、センサが設置されていない任意の場所を含めた街の詳細な微気象の把握は困難である。

そこで本研究では、街全体の微気象を詳細に把握する空間的な推定に焦点を当て、固定型の環境センサに加えて、移動物体にセンサを取り付けてデータを収集するモバイル型の環境センサを導入する。さらに微気象を形成する周辺環境情報を考慮することで、センサの存在しない場所も含めて街全体の微気象を詳細かつ高精度に推定する手法を提案する。

2. 関連研究と課題

IoT 環境センサを用いた微気象の分析に関するさまざまな先行研究が存在する。Rathore ら¹⁾は都市計画のために微気象のモニタリングと活用を目的として、街に固定設置した環境センサから得られるデータを分析するフレームワークを提案している。このフレームワークでは、センサから取得された環境データを蓄積し、センサデータの取得地点の位置関係に基づき分析することで、センサの存在しない地点の気

温を推定している。一方、Ismail ら²⁾は参加型センシングとして、スマートフォンに内蔵された環境センサを用い、移動時に収集したデータを分析し、熱中症の危険度を地図上に可視化するシステムを提案している。これらの関連研究では、それぞれ固定あるいはモバイルのどちらかのセンサのみの利用となっており、また、微気象を構成する地形や建造物といった地理情報が未考慮という課題が存在する。

3. 微気象推定手法の提案

本研究では、固定センサとモバイルセンサの双方の時間と空間（位置）の特性、および微気象を形成する周辺環境情報を考慮した微気象の推定方法を提案する。提案する微気象推定手法は下記の 4 ステップから構成される。

- Step.1 地図情報を一辺 X m のグリッドに分割
- Step.2 モバイルセンサ停止時のセンサデータの選択
- Step.3 観測地点と推定地点の類似性の算出
- Step.4 各センサの観測値と Step.2 の類似性からセンサ未設置エリアの値を推定

3.1 モバイルセンサ停止時のセンサデータの選択

モバイルセンサの取得データは移動時の値の変動から誤差が発生することが考えられる。ここで、停止時の温度変化の小さい場所は環境的にも温度変化が少ない場合で、観測値が高精度であると考えられ

表 1: 実験条件

		空間	時間	周辺環境情報
固定のみ	I	○		
	II	○		○
	III	○		
固定 + モバイル	IV	○	○	
	V	○		○
	VI	○	○	○

るため、この停止時の観測値のみを選択し使用する。

3.2 類似性の算出

類似性の算出には各センサの観測地点の時空間情報と周辺環境情報の 2 つの特徴の類似性を距離として算出する。

時空間特性

モバイル型センサは変動する時間と場所でセンサデータを収集する。推定地点から時間的、また空間的に近い地点で収集されたデータは類似したデータとして扱う。

周辺環境情報

微気象の形成に大きく関係するものとして、建造物の位置関係が考えられる。そのため、地図情報からこれらの位置関係（方位）を特定し、推定地点とセンサデータ取得地点の周辺環境の類似性を算出する。

3.3 センサ未設置エリアの推定

センサ未設置エリアの推定には、逆距離荷重法：IDW (Inverse Distance Weighting) を用いる。これは、推定地点の値を距離の逆数を重みとした加重平均で推定する手法である。

4. 実験と評価

本章では提案手法の推定精度の評価実験を行った。まず、実験にあたり東北大学片平キャンパス周辺の特定のエリア内で複数の固定センサとモバイルセンサを用いてデータ収集を行った。この取得したデータを用い、取得エリア周辺の推定を行い、ある地点の固定センサの観測値を真値とし、その地点の推定値との比較を行うことで推定精度の検証を行った。評価指標は平均絶対誤差:MAE(Mean Absolute Error)を用いる。実験に使用したデータは WBGT (湿球黒球温度): Wet Bulb Globe Temperature で、取得日時は 2019 年 9 月 6 日の 13:22~13:46 である。

評価は考慮する特徴を変更した 6 つの条件の推定結果の一部を比較することで行う。この条件を表 1 に示す。ここで手法 I が単純手法、手法 VI が提案手法である。各時間帯ごとの推定結果を単純手法と提案手法で比較した結果を図 1 に示す。また、各特徴における比較結果を図 2 に示す。

結果として、単純手法との比較 (図 1) では、提案

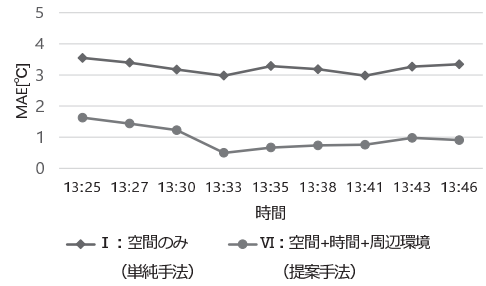


図 1: 単純手法と提案手法の比較

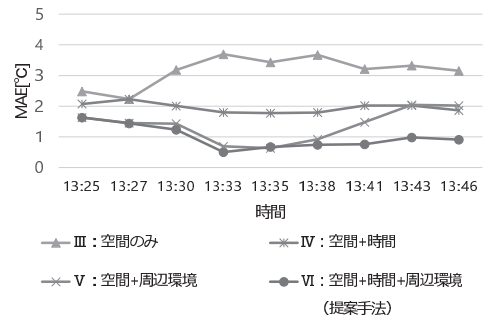


図 2: 各特徴における比較

手法 VI は単純手法 I に比べすべての時刻において高精度に推定できている。また、13:33 以降は提案手法がさらに高精度であることが確認できる。これは、時間とともに増加したモバイルセンサの観測値が類似地点として考慮されたためである。また、各特徴における比較 (図 2) では、提案手法 VI が時間または周辺環境情報のみを考慮した場合と比較しても時間経過も含め最も高精度で推定できている。これより、時間、周辺環境情報の両方を考慮することで高精度な推定が可能であることを確認した。

5. 結論

本稿では、街の微気象を推定する手法として固定センサとモバイルセンサ両方を活用し、かつ、周辺環境情報を統合した手法を提案し、高精度に推定が可能であることを確認した。

現在の手法における周辺環境情報は建造物に関する情報のみであるため、今後は、樹木や地表面の違いなど他の微気象の形成要因を考慮することでさらに高精度な微気象の推定が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) Rathore, P et al. Real-Time Urban Microclimate Analysis Using Internet of Things. IEEE Internet of Things Journal, 5(2), 500–511. 2018.
- 2) Ismail, M. and Z., Inoue, M. Map generation to detect heat stroke by using participatory sensing data. ICEIC 2018 (pp. 1–4). IEEE. 2018.